

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2002-170096**

(43)Date of publication of application : **14.06.2002**

(51)Int.Cl.

G06M 7/00

G01B 11/04

G01P 3/38

G06T 7/20

G06T 7/60

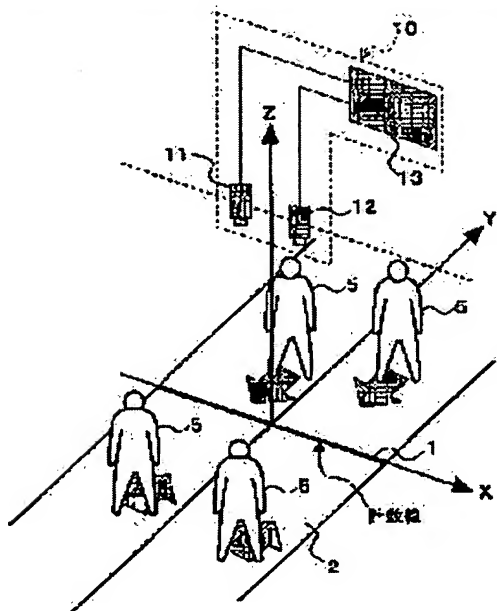
(21)Application number : **2000-365662**

(71)Applicant : **SUMITOMO OSAKA CEMENT CO LTD**

(22)Date of filing : **30.11.2000**

(72)Inventor : **IDEOKA MITSURU
NISHIURA TOMOFUMI
NAKAJIMA MASATO
TAKEMURA YASUHIRO
MIMURA KAZUHIRO**

(54) PASSING OBJECT COUNT DEVICE AND COUNT METHOD



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a passing object count device and count method capable of reducing a calculation amount and executing high-speed processing.
SOLUTION: This passing object count device has a first image-pickup device 11 opposite to a plane 2, picking up an image of a passing object 5 passing a reference line 1 on the plane 2 along the plane 2; a second image-pickup device 12 parallel to the first image-pickup device 11, opposite to the plane 2, picking up an image of the passing object 5 passing the reference line 1 after a prescribed time from a picking-up time of the first image-pickup device 11; and a comparison calculation part 13 comparing the first image of the passing object 5 picked up by the first image-pickup device 11 with the second image of the passing object 5 picked up by the second image-pickup device 12 after the prescribed time, and obtaining depth positional information crossing the plane 2 of the passing object 5 and speed information in an advance direction parallel to the plane 2, crossing the reference line 1.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-170096

(P2002-170096A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002. 6. 14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 6 M 7/00	3 0 1	G 0 6 M 7/00	3 0 1 B 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/04		G 0 1 B 11/04	H 5 L 0 9 6
G 0 1 P 3/38		G 0 1 P 3/38	
G 0 6 T 7/20		G 0 6 T 7/20	A
7/60	1 1 0	7/60	1 1 0
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-365662(P2000-365662)

(22) 出願日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成12年6月15日
画像センシング技術研究会発行の「第6回画像センシ
ングシンポジウム講演論文集」に発表

(71) 出願人 000183266

住友大阪セメント株式会社
東京都千代田区六番町6番地28

(72) 発明者 出岡 充

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1 慶
応義塾大学 大学院理工学研究科内

(72) 発明者 西浦 朋史

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1 慶
応義塾大学 大学院理工学研究科内

(74) 代理人 100097320

弁理士 宮川 貞二 (外2名)

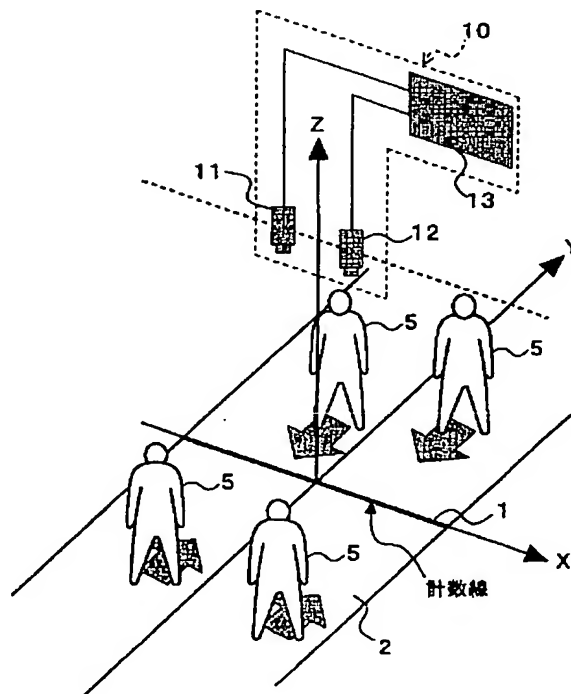
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通過物体計数装置及び計数方法

(57) 【要約】

【課題】 計算量を減らし高速処理できる通過物体計数装置及び計数方法を提供する。

【解決手段】 平面2に沿って平面2上の基準線1を通過する通過物体5を撮像する、平面2に対向して設けられた第1の撮像装置11と；第1の撮像装置11と並列に、且つ平面2に対向して設けられ、基準線1を通過する通過物体5を、第1の撮像装置11の撮像時点より所定の時間だけ遅らせて撮像する第2の撮像装置12と；第1の撮像装置11によって撮像された通過物体5の第1の画像と所定の時間だけ遅らせて第2の撮像装置12によって撮像された通過物体5の第2の画像とを比較して、通過物体5の平面2に交差する進行方向の位置情報と基準線1に交差し平面2に平行な進行方向の速度情報を取得する比較演算部13とを備える通過物体計数装置とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面に沿って該平面上の基準線を通過する通過物体を撮像する、前記平面に対向して設けられた第 1 の撮像装置と；

前記第 1 の撮像装置と並列に、且つ前記平面に対向して設けられ、前記基準線を通過する前記通過物体を、前記第 1 の撮像装置の撮像時点より所定の時間だけ遅らせて撮像する第 2 の撮像装置と；前記第 1 の撮像装置によって撮像された前記通過物体の第 1 の画像と前記所定の時間だけ遅らせて前記第 2 の撮像装置によって撮像された前記通過物体の第 2 の画像とを比較して、前記通過物体の前記平面に交差する奥行方向の位置情報と前記基準線に交差し前記平面に平行な進行方向の速度情報を取得する比較演算部とを備える；通過物体計数装置。

【請求項 2】 前記比較演算部は、前記第 1 の画像と第 2 の画像との比較により、前記通過物体上の部位の前記第 1 と第 2 の画像における位置を検出して、前記位置情報と前記速度情報とを含む情報を取得するように構成された、請求項 1 に記載の通過物体計数装置。

【請求項 3】 平面に沿って該平面上の基準線を通過する通過物体を、前記平面に対向した第 1 の位置から、第 1 の時点に撮像して第 1 の画像を取得する第 1 の撮像工程と；前記基準線を通過する前記通過物体を、前記第 1 の時点から所定の時間だけ経過した第 2 の時点に、前記第 1 の位置と並列で、且つ前記平面に対向した第 2 の位置から撮像して第 2 の画像を取得する第 2 の撮像工程と；前記第 1 の画像と前記第 2 の画像とを比較して、前記通過物体の前記平面に交差する奥行方向の情報と前記基準線に交差し前記平面に平行な進行方向の速度を演算する比較演算工程とを備える；通過物体計数方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通過物体計数装置及び計数方法に関し、特にステレオ画像から通過物体を計数する通過物体計数装置及び計数方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】2 台の撮像装置により得られたステレオ画像から、計数線上での 3 次元情報を算出し、それを時間方向に並べた時の時空間画像を作成する。また同時に、計数線上での速度情報を算出し、それを時間方向に並べた時の時空間画像とを用いて、通過物体を計数していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の通過物体計数装置によれば、次のような問題があった。まず通過物体計数装置は、2 台の撮像装置でそれぞれ同時に撮影された 2 つの画像で対応点検出を行うことで算出した視差から、通過物体の 3 次元情報を算出する。次に 2 台の撮像装置のどちら一方で撮影された画像と、同撮

像装置で撮影された時間的にずれた画像で対応点検出を行い、移動速度情報を算出する。このため 3 つの画像から 2 回の対応点検出を行わなくてはならないので、計算量が非常に多かった。

【0004】そこで本発明は、計算量を減らし高速処理できる通過物体計数装置及び計数方法を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明による通過物体計数装置は、例えば図 1 に示すように、平面 2 に沿って平面 2 上の基準線 1 を通過する通過物体 5 を撮像する、平面 2 に対向して設けられた第 1 の撮像装置 11 と；第 1 の撮像装置 11 と並列に、且つ平面 2 に対向して設けられ、基準線 1 を通過する通過物体 5 を、第 1 の撮像装置 11 の撮像時点より所定の時間だけ遅らせて撮像する第 2 の撮像装置 12 と；第 1 の撮像装置 11 によって撮像された前記通過物体 5 の第 1 の画像と前記所定の時間だけ遅らせて第 2 の撮像装置 12 によって撮像された前記通過物体 5 の第 2 の画像とを比較して、通過物体 5 の平面 2 に交差する奥行方向の位置情報と基準線 1 に交差し平面 2 に平行な進行方向の速度情報を取得する比較演算部 13 とを備える。なお同じ進行方向について、進行の向きは正の向きと負の向きとがある。

【0006】通過物体 5 が移動する面は、例えば図 11 に示すように、水平な平面に限らず斜面や階段のように傾斜した面 2' であってもよい。但し、必要に応じて例えば図 11 (a) のような場合には、傾斜角度により位置情報と速度情報を補正する。

【0007】また通過物体 5 の進行方向に交差する基準線 1 は、通過物体 5 の進行方向に垂直な線とするのがよい。また第 1 と第 2 の撮像装置は、並列に、基準線 1 と平行な方向に並べるのがよい。奥行方向は、典型的には平面に垂直な方向、又は鉛直方向である。

【0008】このように構成すると、第 1 の撮像装置 11 によって撮像された通過物体 5 の第 1 の画像と所定の時間だけ遅らせて第 2 の撮像装置 12 によって撮像された通過物体 5 の第 2 の画像とを比較して、通過物体 5 の平面 2 に交差する奥行方向の位置情報と基準線 1 に交差し平面 2 に平行な進行方向の速度情報を取得する比較演算部とを備えるので、第 1 の画像と第 2 の画像から通過物体 5 の位置情報と速度情報を得ることができる。

【0009】また請求項 2 に記載のように、請求項 1 に記載の通過物体計数装置 10 では、比較演算部 13 は、前記第 1 の画像と第 2 の画像との比較により、通過物体 5 上の部位の前記第 1 と第 2 の画像における位置を検出して、前記位置情報と前記速度情報とを含む情報を取得するように構成するとよい。

【0010】このように構成すると、通過物体計数装置 10 は、2 つの画像の比較により位置情報と速度情報と

を含む情報を取得するので、位置情報と速度情報から通過物体の計数を効率よく行うことができ、処理の高速化が可能になる。

【0011】前記目的を達成するために、請求項3に係る発明による通過物体計数方法は、例えば図3に示すように、平面に沿って該平面上の基準線を通過する通過物体を、前記平面に対向した第1の位置から、第1の時点に撮像して第1の画像を取得する第1の撮像工程S2と；前記基準線を通過する前記通過物体を、前記第1の時点から所定の時間だけ経過した第2の時点に、前記第1の位置と並列で、且つ前記平面に対向した第2の位置から撮像して第2の画像を取得する第2の撮像工程S3と；前記第1の画像と前記第2の画像とを比較して、前記通過物体の前記平面に交差する奥行方向の情報と前記基準線に交差し前記平面に平行な進行方向の速度を演算する比較演算工程S7、S10とを備える。

【0012】このように構成すると、第1の画像と第2の画像とを比較して、通過物体の平面に交差する奥行方向の情報と基準線に交差し（典型的には垂直に交差し）平面に平行な進行方向の速度を演算する比較演算工程S7、S10を備えるので、通過物体の位置情報と速度情報を得ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、各図において互いに同一あるいは相当する部材には同一符号または類似符号を付し、重複した説明は省略する。

【0014】図1は、本発明による実施の形態である通過物体計数装置10（以下適宜「計数装置10」という）の模式的斜視図である。図中通過物体5が平面である水平な通路2上を進行方向に移動している。XY軸を通路2内に置くように、直交座標系XYZがとられており、通路2はY軸と平行に延設されている。また通路2の延設方向と垂直即ちX軸と平行に基準線である計数線1がとられている。通過物体5の進行方向は、典型的には通路2の延設方向即ちY軸と平行である。通過物体5は、本実施の形態では人物である。また本実施の形態では、計数線1は通路2の延設方向と垂直としているが、特に垂直としなくてもよい。垂直でない場合は、X軸との角度で視差と速度を補正すればよい。計数線1は、この線を通過した通過物体5を計数するための基準線であり、仮想的な線であってもよく、実際に物理的に通路2に描く必要はない。

【0015】一方、図中通路2の計数線1の鉛直方向上方には、通過物体である人物5が通過するのに十分な高さに、通路2の計数線1を通過する通過物体5を撮像するための第1の撮像装置11と第2の撮像装置12が設置されている。第1の撮像装置11と第2の撮像装置12は、適切な間隔をあけて並列に、計数線1と平行で且つ光軸がZ軸と平行になるように設置してある。ここで

いう人物5が通過するのに十分な高さとは、例えば3000mm程度である。また、適切な間隔とは、例えば50mm程度である。

【0016】図2を参照して、通過物体計数装置10の構成の一例を説明する。計数装置10は、第1の撮像装置としての第1のCCDカメラ11、第2の撮像装置としての第2のCCDカメラ12、比較演算部としてのパソコン13を含んで構成される。

【0017】そして第1のCCDカメラ11、第2のCCDカメラ12は、パソコン13に接続されており、パソコン13は第1のCCDカメラ11、第2のCCDカメラ12によってそれぞれ撮像された画像を取得出来るように構成されている。

【0018】パソコン13は、制御部14を備えており、計数装置10全体を制御している。制御部14には、撮像装置用インターフェイス15が接続されており、第1のCCDカメラ11、第2のCCDカメラ12は、撮像装置用インターフェイス15を介して制御部14に接続され、制御されている。

【0019】また制御部14内には、CCDカメラにより撮像された画像を処理する画像処理部19、第1のCCDカメラにより撮像された第1の画像と、第2のCCDカメラにより撮像された第2の画像から対応点を求める対応点探索部20、通過物体5の3次元情報である高さを算出する3次元情報算出部21、通過物体5が計数線を通過する速度情報である速度を算出する速度情報算出部22、算出された3次元情報と速度情報とから通過物体5を計数する計数部23が備えられている。画像を処理するとは、例えば第1のCCDカメラ11、第2のCCDカメラ12からの撮像信号から第1の画像と第2の画像を取得することをいう。

【0020】制御部14には、記憶部18が接続されており、第1のCCDカメラ11、第2のCCDカメラ12で撮像された画像や算出された情報等のデータが記憶できる。

【0021】また制御部14には、計数装置10を操作するための情報を入力する入力装置16、計数装置10で処理された結果を出力する出力装置17が接続されている。入力装置16は例えばキーボードやマウスであり、出力装置17は例えばディスプレイやプリンタである。本図では、入力装置16、出力装置17はパソコン13に外付けするものとして図示されているが、内蔵されていてもよい。

【0022】図3のフローを参照して、第1の実施の形態としての計数装置10の作用の一例を説明する。ここで、第1のCCDカメラ11で撮像された画像を左画像、第2のCCDカメラで撮像された画像を右画像として説明する。まずパソコン13の制御部14は、第1のCCDカメラ11、第2のCCDカメラ12で撮像された左画像、右画像を、撮像装置インターフェイス15を

介してステレオ画像として取得する（ステップ1（図中「S1」と表示。以下同じ））。

【0023】制御部14は、取得したステレオ画像から、制御部14内の画像処理部19によって、ある時間 t に撮像された第1の画像である t フレームの左画像を取得する（ステップ2）。また時点 t より Δt 経過した時点 $t + \Delta t$ に撮像された第2の画像である $t + \Delta t$ フレームの右画像を取得する（ステップ3）。

【0024】実際には、第1のCCDカメラと第2のCCDカメラとは同時並列的に各時点で撮像を行い、第1の画像として時点 t の画像を、第2の画像として1フレーム以上ずらした時点 $t + \Delta t$ の画像を採用するようにしてもよい。このとき Δt は、計数装置10の設定条件により適宜決めてよいが、あるフレーム N が撮像されてから、次のフレーム $N + 1$ が撮像されるまでの時間とすることが望ましい。即ち1フレームだけずらしたフレームを採用する。この時、 Δt を $1/30$ 秒とすると、 $80\text{m}/\text{min}$ で歩く人物を撮像した場合、フレーム $N + 1$ は、フレーム N と比べて撮像された人物が約 4.4cm 進行方向に移動した画像となる。

【0025】次に、 t フレームの左画像のエッジ抽出を行い（ステップ4）、細線化する（ステップ5）。そして、 t フレームの左画像の計数線1上のエッジ点を用いて $t + \Delta t$ フレームの右画像の対応点探索を行なう（ステップ6）。エッジ抽出、細線化、対応点探索については、図5を参照してあとで詳しく説明する。

【0026】対応点探索により得られた対応点から、3次元情報を算出する（ステップ7）。対応点から3次元情報を算出する方法は、図6、図7を参照してあとで説明する。ここで、背景除去によってあらかじめ非背景部分を規定しておき、その部分に対して、エッジ点における値を反映させるための線形補間を行なう（ステップ8）。これにより得られた3次元情報を時間方向に並べて、人物5の3次元情報を含む時空間画像を作成する（ステップ9）。ここで線形補間とは、例えば1つのエッジ点と、それに隣接するエッジ点の3次元座標を用いて、両エッジ点を直線で結ぶことにより、両エッジ点の間の点の3次元座標を得るようにするものである。

【0027】同時に対応点から速度情報も算出し（ステップ10）、同様に線形補間を行う（ステップ11）。対応点から速度情報を算出する方法は、図6を参照してあとで説明する。

【0028】次に最初のフレームを取得してからの経過時間である T_1 が、予め設定しておいた所定時間 T を経過したかを判断する（ステップ13）。 T_1 が所定時間 T を経過していない場合は（ステップ13がN）、次のフレームを取得し、さらに時空間画像を時間方向に並べる。また、ステップ13の判断は、経過時間ではなく取得したフレーム数が所定のフレーム数に達した場合としてもよい。所定時間 T は、記憶装置の容量の制約

で例えば20秒程度とすることが適当であるが、容量の制約を受けなければ例えば1時間以上としてもよい。ここで所定時間 T で得られた時空間画像をロット画面とよぶ。

【0029】 T_1 が所定時間 T を経過している場合すなわち1つのロット画面が得られたら（ステップ13がY）、そのロット画面内で、人物5の高さの最大値 Z_{MAX} から一般的なひざの高さ Z_{MIN} まで、一定の値例えば 50mm ずつ変化する Z_{TH} を用いて、 Z_{TH} を通る平面2に平行な平面で切断し（ステップ14）、その切断面の領域をラベリングする（ステップ15）。ここで領域とは、時空間画像上にある人物5の3次元情報を前述の Z_{TH} を通る平面で切断した際に、その平面上に存在する人物5の断面をいう。またラベリングとは、それぞれの領域を識別するための例えば番号や符号を付けることをいう。

【0030】この時、ラベリングした領域に対応する速度でその領域の時空間画像上の面積値に重み付けをして空間画像上の面積値を算出する（ステップ16）。ここで面積値に速度で重み付けするのは、例えば通過速度の速い人は、通過速度と通過フレーム数は反比例するので、単に時空間画像で計算すると面積値が小さくなるためである。ここで、 Z_{TH} を Z_{MAX} から Z_{MIN} まで変化させるので、例えば2人の人物5が非常に近接してすれ違った場合でも、頭部の切断面を得ることにより、2人の人物を区別することができる。

【0031】これにより得られた面積値と予め設定された閾値とを比較して（ステップ17）、面積値が閾値より大きい場合は（ステップ17がY）、人物5が1人通過したものとして計数する（ステップ18）。またその領域が既に計数された領域であれば計数しない。このとき、その領域の速度により、通過した人物5の進行の向きを区別して、それを計数に反映させる（ステップ19）。また予め設定された閾値とは、典型的には計数しようとする人物5のうち最小人物の最大部分（例えば腹部）の断面面積値である。そして Z_{TH} が Z_{MIN} より低い位置かを判断する（ステップ20）。

【0032】面積値が閾値より小さい場合は（ステップ17がN）、計数せずに Z_{TH} が Z_{MIN} より低い位置かを判断する（ステップ20）。 Z_{TH} が Z_{MIN} より低い位置の場合（ステップ20がY）、次のロット画面に移る。 Z_{TH} が Z_{MIN} より高い位置の場合（ステップ20がN）、 Z_{TH} を一定の値だけ Z_{MIN} 側（低い位置）に変化させ（ステップ21）、ステップ14に戻る。これにより、面積値の小さい通過物体は人物ではないと判断して計数しないので、人ではない手荷物などの通過物体を誤って計数してしまうことがない。

【0033】図4のフローを参照して、第2の実施の形態としての計数装置10の作用の一例を説明する。まず第1の実施の形態と同様に、ステレオ画像を取得し（ス

テップ1)、 t フレームの左画像と、 $t+\Delta t$ フレームの右画像とを取得する(ステップ2、3)。次に、 t フレームの左画像のエッジ抽出を行い(ステップ4)、細線化し(ステップ5)、 t フレームの左画像の計数線1上のエッジ点を用いて $t+\Delta t$ フレームの右画像の対応点探索を行なう(ステップ6)。

【0034】そして対応点探索により得られた対応点から、3次元情報を算出する(ステップ27)。ここで、背景除去によってあらかじめ非背景部分を規定しておき、その部分に対して、エッジ点における値を反映させるための線形補間を行なう(ステップ28)。同時に速度情報も算出し(ステップ29)、同様に線形補間を行う(ステップ30)。3次元情報及び速度情報を算出する方法は、図6、図7を参照してあとで説明する。

【0035】次に算出された3次元情報に速度情報を乗じたものを時間方向に加え体積値を加算する(ステップ31)。体積値を算出する方法は、図8、図9を参照してあとで説明する。ここで3次元情報に速度情報を乗じて重み付けするのは、例えば通過速度の速い人物は、通過速度と通過フレーム数は反比例するので、単に時空間画像で計算すると体積値が小さくなるためである。

【0036】これにより得られた体積値と予め設定された閾値とを比較して(ステップ32)、体積値が閾値より大きい場合は(ステップ32がY)、人物5が1人通過したと判断して計数する(ステップ33)。このとき、前述で算出した速度情報を、通過した通過物体5の進行の向きとして反映させる(ステップ34)。また予め設定された閾値とは、典型的には計数すべき通過物体の最小体積値である。

【0037】また、体積値が閾値より小さい場合は(ステップ32がN)、通過物体は、人物ではないと判断して計数せず、次のフレームを取得し、さらに体積値を加算する。これにより、人ではない手荷物などの通過物体や体積の無い通過物体の影を誤って計数してしまうことがない。

【0038】このように第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態では一定時間の時空間画像を作成したのに対して、通過物体の体積が一定値を越えたときに計数するので、一定時間の時空間画像を作成する必要がなく、処理の高速化が可能になる。

【0039】図5を参照して、対応点探索についてさらに詳細に説明する。ここで、図示の各フレームでの通過物体として人物を、ハッチングにより表現しているが、これは断面を示しているものではなく、単に上方から撮像された人物を表現するものである。

【0040】ここでは3次元情報および速度情報を求めるために、2枚の画像の対応点を求める。まず、 t フレームの左画像と、 $t+\Delta t$ フレームの右画像での対応を求める。この際、近傍領域に特徴のない画素に関しては対応関係が明確に定まらない。そこで、以下のような流

れで探索を行う。

【0041】まず、 t フレームの左画像のエッジ抽出を行い細線化した画像を求め、そのエッジ点においてのみ対応点探索を行う。エッジ抽出とは、濃淡で取得された画像から対象とする通過物体のエッジ点の集合である輪郭を抽出し、例えば座標で特定することをいう。また細線化とは、例えばエッジ抽出を行なった画像を、エッジ抽出で得られた通過物体の輪郭のみを細線で示した画像とするものである。

10 【0042】対応点探索を行うには、まず t フレームの左画像の前記特定された輪郭上の点をエッジ点として選定し、濃淡画像上でそのエッジ点を含む近傍領域にウィンドウを設定する。典型的には計数線上にあるエッジ点を選定する。エッジ点は典型的には前記細線と計数線との交点であり、通常は複数、典型的には10～20点存在する。これら複数のエッジ点のうち、例えば最も左にある点をまず選定する。選定したエッジ点が中心になるようにウィンドウを設定するとよい。そして前記設定されたウィンドウを参照して、 $t+\Delta t$ フレームの右画像にウィンドウを設定する。

20 【0043】これらのウィンドウについて、図10に示す式1を用いて t フレームの左画像と $t+\Delta t$ フレームの右画像との濃淡値の相関をとる。ここで、 $I_L(i, j)$ と $I_R(i, j)$ はそれぞれ左右画像上のウィンドウ内の濃淡値であり、 $\mu_L, \mu_R, \sigma_L, \sigma_R$ はそれぞれ左右ウィンドウの濃淡値の平均及び分散である。 C は-1から+1までの範囲内の値をとる。選定された左画像のエッジ点に対して、右画像のウィンドウを少しずつ、例えば計数線に平行に移動し、また計数線に直交する方向に移動しながら、各ウィンドウで C 値を計算する。このようにて求めた C のうち最大値を与える右画像のウィンドウを、選定された左画像のウィンドウに対応する局所領域とみなす。

【0044】即ち、上記のように左右画像のウィンドウの相関をとり、左画像で選定したエッジ点を含むウィンドウと対応する(C が最大となる)右画像のウィンドウを探索する。この探索により得られた右画像のウィンドウの中心が、先に選定した左画像のエッジ点に対応する右画像のエッジ点となる。

40 【0045】ウィンドウの探索は、例えば計数線と平行方向(X軸方向)と垂直方向(Y軸方向)に行う。例えば通過物体が人物である場合は、計数線と平行方向は後述のように左右画像間の視差と見るので、既に設定した左画像のウィンドウを参照して、例えば高さが1m～2mと算出される視差の幅を探索すればよい。垂直方向は、後述のように人物の移動量と見るので、既に設定した左画像のウィンドウを参照して、時間 Δt 間に人物が移動すると予想される移動量の幅を探索すればよい。また C の値が、探索している方向に上昇傾向ならば、さらに C の値が最大となり、下降傾向に移るまで同じ探索方

向に探索を継続し、下降傾向ならば、探索方向を変えるか、既に探索した範囲でCの値が最大となるウインドウを選択するようにしてもよい。

【0046】このようにウインドウの探索を行えば、明らかに探索不要な部分の左右画像のウインドウの相関をとらなくてよいので、さらに計算量を減らすことができる。以上のようにして左画像に存在する全てのエッジ点について対応点の探索を行い、左右画像の対応するエッジ点を得る。

【0047】図6を参照して、3次元情報と速度情報の算出についてさらに詳細に説明する。まず前述で得られた左右画像の対応するエッジ点同士を結ぶベクトルを考え、これを水平成分(X軸方向成分)と垂直成分(Y軸方向成分)に分離する。水平成分は、左右画像間の視差を表す量と見ることができ、この視差を用いて対象とする通過物体までの距離を算出することができる。対して、垂直成分は、注目点の通路に沿う方向の移動量と見ることができ、これを基に対象とする通過物体の速度情報を得ることができる。こうして、エッジ点における3次元情報である3次元高さ、速度情報である速度を対の形で一括して得ることができる。

【0048】なお、1つの通過物体について得られた速度は、通常は等しいはずであるので、各エッジ点全てについて速度を求める必要はなく、例えば最も中心に近い点の速度を採用すればよい。または、各エッジ点の速度を求めて、突出した値を有するエッジ点は、探索に誤りがあったものとして再探索を行うか又はその点は不採用とするとよい。あるいは各エッジ点の速度を全て求めて、それらの平均値を計算し、その物体の速度として採用してもよい。

【0049】また、後で説明する速度による重み付けは、各点毎の速度を用いてもよいし、平均値で求めた通過物体の速度を各点共通に用いてもよい。

【0050】ここで左右画像は、 Δt だけ時間的にずれた画像ではあるが、 Δt が十分に小さい値であれば、左右画像には視差を求めるのに差支えるほどの差は生じない。逆にそのように Δt を定めることにしてもよい。即ち視差を求めるのに差支えず、且つ速度情報を得るのに充分な長さとする。例えば、対象とする通過物体が歩行者の場合は $1/60 \sim 1/10$ 秒程度、特に $1/40 \sim 1/20$ 秒、さらに好ましくは約 $1/30$ 秒とする。

【0051】ここで、図7を参照して、対象とする通過物体の3次元情報としての平面からの高さ z の算出方法について説明する。対象とする通過物体5までの距離 a は、図10に示す式2を用いて算出することができる。ここで、 w はCCDカメラ間距離(基線長)、 f はCCDカメラの結像レンズを単一レンズとしたときそのレンズの焦点距離、 d はCCDカメラの結像面上の視差である。ここでの焦点距離は、一般に用いられている組み合わせレンズを使用する場合は、その組み合わせレンズの

焦点距離とする。また、CCDカメラの結像レンズから計数線1までの距離を h とすると、対象とする通過物体5の高さ z は図10に示す式3で算出する。

【0052】図8、図9を参照して、前述の方法によって各フレームで算出した通過物体の高さおよび速度を用いて、第2の実施の形態での計数を行う方法を説明する。ある位置 x の、ある t フレームにおける物体の高さを $z(x, t)$ 、同じ位置、同じフレームにおける速度を $v(x, t)$ とする。前述の対応点探索により、 $z(x, t)$ には高さ約 $0 \sim 185$ cmに対応させた $0 \sim 255$ の値が、 $v(x, t)$ には速度約 $-12 \sim 12$ km/hに対応させた $-5 \sim 5$ の値が求められている(図8(a))。

【0053】次に、そのフレームの積 $z \cdot v$ を、X軸方向へ加算する。この総和、すなわち図10に示す式4は、あるフレームの3次元情報に、速度の重みを乗じた値(ある時点において単位時間に通過する体積)を意味している。直感的には、計数線を通過したときの人の時空間における断面積と見ることができるので、ここではこの値を「面積値」と呼ぶことにする(図8(b))。後に速度の向き別に計測する必要があるため、この加算の作業も、 $v(x, t)$ の正負すなわち通過する人物の進行の向きによって、加算する変数を図10に示す式5のように区別しておく。

【0054】次に、各ラインで算出された面積値を時間方向に加算していく(図9(a))。この和、すなわち図10に示す式6は、通過した人の体積を表すことになる。これをここでは「体積値」と呼ぶことにする(図9(b))。フレーム間隔を一定に保っている限り、通過速度と通過フレーム数は反比例するので、速度の重みを考慮したこの加算によって、一人一人の通過から算出される体積値がある程度正規化される。即ち、3次元空間における真の体積値が求められる。

【0055】図11を参照して、通過物体5が斜面を移動する場合を説明する。例えば階段や坂道などの傾斜した面2'を通過物体5が移動している場合、平面2は基準線1と第1、第2の撮像装置11、12を結ぶ線に垂直な仮想平面2とするのがよい。

【0056】対象とする通過物体5が人物の場合は、斜面であっても鉛直方向に立つので、CCDカメラの光軸は鉛直方向に向ける(図11(a))。この場合は、仮想平面2は水平面となる。この例では、例えば傾斜した面2'と仮想平面2とのなす角を θ とすると、仮想平面2からの通過物体5の高さを得るには、斜面2'を移動する通過物体5の時間 Δt の移動量に $\tan \theta$ を乗じた値を、斜面2'を移動する通過物体5の算出された高さから引けばよい。

【0057】また対象とする通過物体5が、例えば車の場合は、斜面をそのまま本発明の平面2としてよい。この場合、CCDカメラの光軸は斜面に垂直な方向に向け

10

20

30

40

50

る(図11(b))。

【0058】以上説明したように本発明の実施の形態によれば、2つの画像の比較により通過物体の高さ、速度が得られるので、従来と比較して通過物体を計数するのに必要な計算量を減らすことができる。

【0059】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、第1の撮像装置によって撮像された通過物体の第1の画像と所定の時間だけ遅らせて第2の撮像装置によって撮像された通過物体の第2の画像とを比較して、通過物体の平面に交差する奥行方向の位置情報と基準線に交差し平面に平行な進行方向の速度情報を取得する比較演算部とを備えるので、第1の画像と第2の画像から通過物体の位置情報と速度情報を得られ、計算量を減らし高速処理できる通過物体計数装置及び計数方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態である通過物体計数装置の概要を示す模式的斜視ブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態である通過物体計数装置の構成例を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態である通過物体計数装置の作用の一例あるいは本発明の実施の形態である通過物体計数方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施の形態である通過物体計数装置の作用の一例あるいは本発明の実施の形態である通過物体計数方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態で、第1の画像と第2の画像の対応点探索を行う場合の処理例を説明する画像図で*

*ある。

【図6】図5の場合における、第1の画像と第2の画像の対応点を結ぶベクトルを説明する画像図である。

【図7】本発明の実施の形態で、第1の撮像装置と第2の撮像装置の視差から、通過物体の高さを算出する方法を説明する様式的正面図である。

【図8】本発明の実施の形態で、計数を行う方法を説明する様式的斜視図である。

【図9】図8の場合における、計数を行う方法を説明する様式的斜視図である。

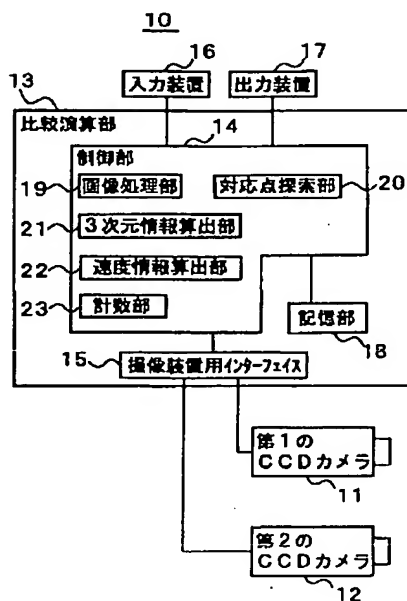
【図10】本発明の実施の形態の説明で用いられる計算式を示す図である。

【図11】傾斜した面を移動する通過物体を計数する方法例として、仮想平面で計数する場合(a)と斜面をそのまま本発明の平面とする場合(b)を説明する図である。

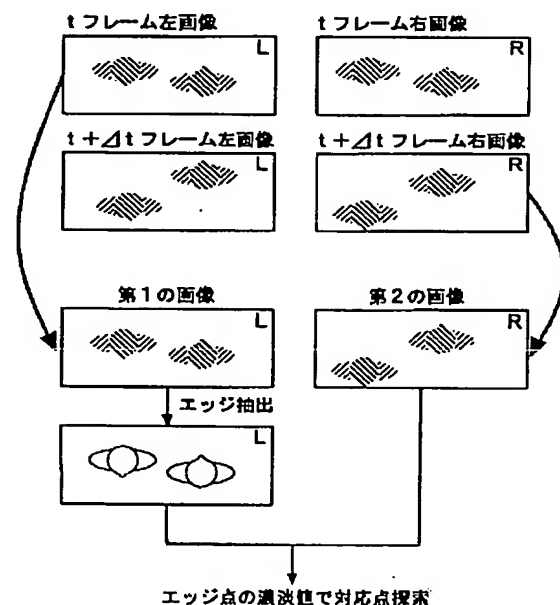
【符号の説明】

- 1 計数線
- 2 通路
- 5 通過物体
- 10 通過物体計数装置
- 11 第1のCCDカメラ
- 12 第2のCCDカメラ
- 13 比較演算部
- 14 制御部
- 15 撮像装置用インターフェイス
- 16 入力装置
- 17 出力装置
- 18 記憶部

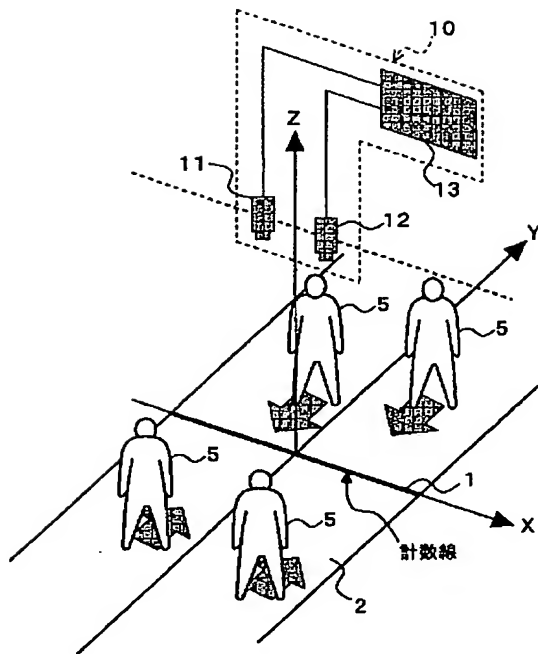
【図2】



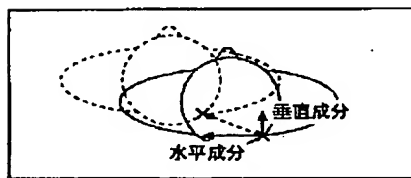
【図5】



【図1】

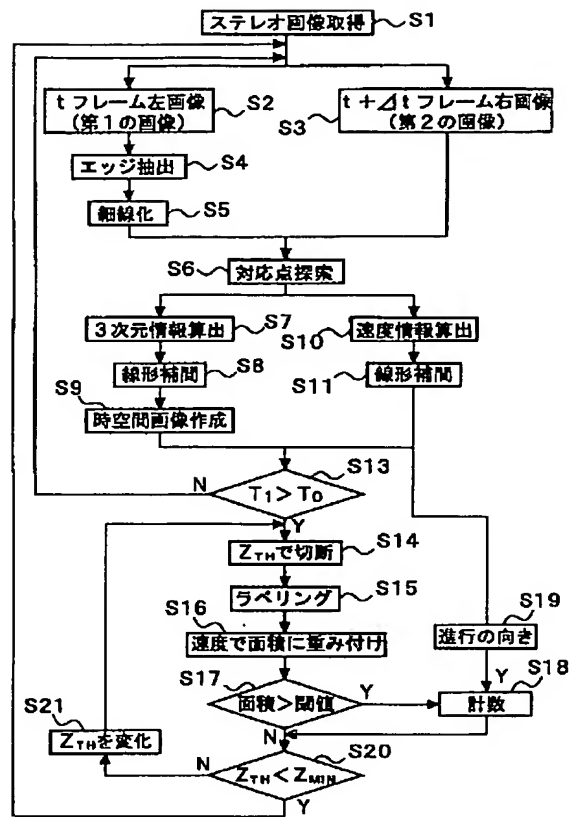


【図6】

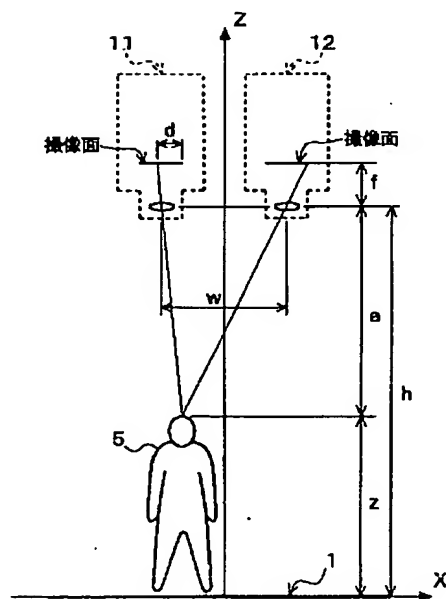


対応点ベクトル

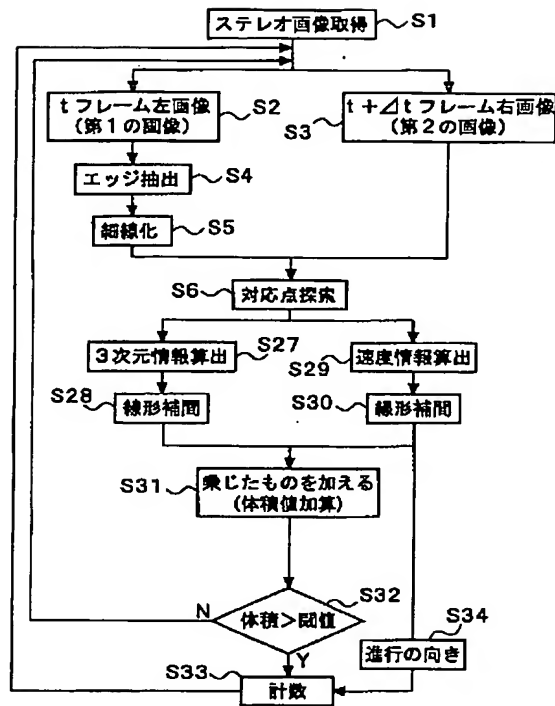
【図3】



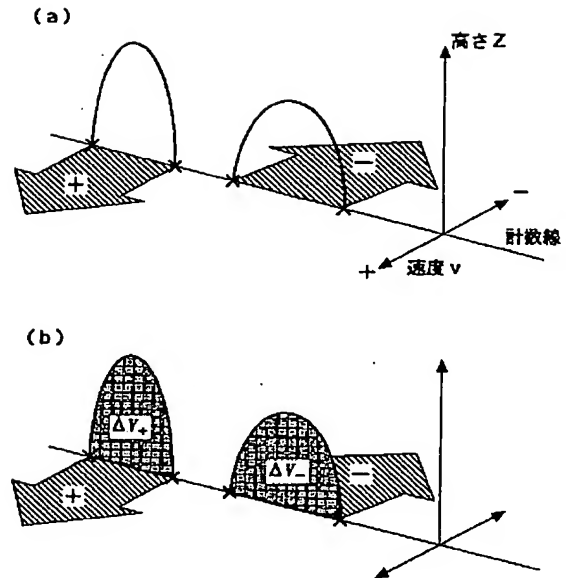
【図7】



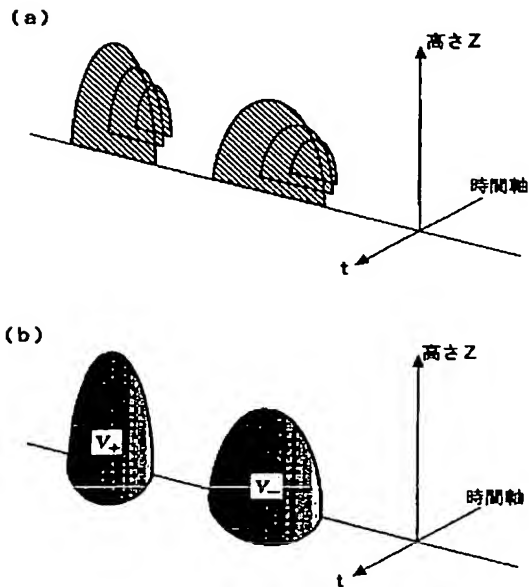
【図4】



【図8】



【図9】



【図10】

$$C = \frac{1}{mn} \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (I_L(i,j) - \mu_L)(I_R(i,j) - \mu_R)}{\sqrt{\sigma_L^2 \sigma_R^2}} \dots \text{式1}$$

$$a = w \times \frac{f}{d} \dots \text{式2}$$

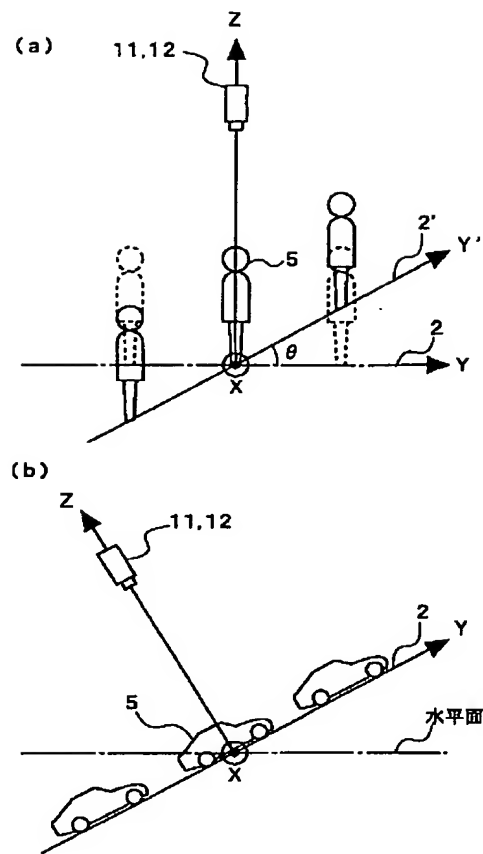
$$z = h - a \dots \text{式3}$$

$$\sum z_v \dots \text{式4}$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta V_+ &= \sum z_v \quad (v > 0) \\ \Delta V_- &= -\sum z_v \quad (v < 0) \end{aligned} \right\} \dots \text{式5}$$

$$\left. \begin{aligned} V_+ &= \sum \Delta V_+ \\ V_- &= \sum \Delta V_- \end{aligned} \right\} \dots \text{式6}$$

【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

G 0 6 T 7/60

識別記号

1 5 0

F I

G 0 6 T 7/60

テーマコード (参考)

1 5 0 B

(72)発明者 中島 真人

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1 慶
応義塾大学 理工学部内

(72)発明者 竹村 安弘

千葉県船橋市豊富町585 住友大阪セメン
ト株式会社新規技術研究所内

(72)発明者 味村 一弘

千葉県船橋市豊富町585 住友大阪セメン
ト株式会社新規技術研究所内

Fターム(参考) 2F065 AA24 CC16 FF05 JJ05 JJ09

JJ26 QQ31 UU05

5L096 AA06 CA05 CA14 EA37 FA06

FA14 FA34 FA69 GA17 GA34

HA03 JA11